

# Process for obtaining a signal indicating a synchronization error between a pseudo-random signal sequence from a transmitter and a reference pseudo-random signal sequence from a receiver

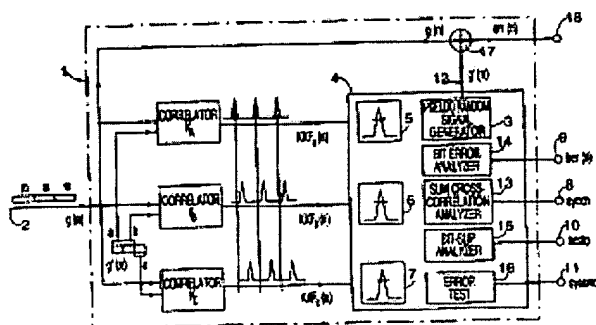
**Patent number:** DE4318368  
**Publication date:** 1994-07-14  
**Inventor:** ARWEILER HANS WERNER DIPL ING (DE); WOLF ANDREAS DR ING (DE)  
**Applicant:** SIEMENS AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** H04B1/707; H04L7/00; H04L7/04; H04B1/707; H04L7/00; H04L7/04; (IPC1-7): H04L1/24; H04L1/20  
- **europaen:** H04B1/707A3C; H04L7/00R2; H04L7/04B2  
**Application number:** DE19934318368 19930528  
**Priority number(s):** DE19934318368 19930528

Also published as:

WO9428652 (A1)  
EP0700611 (A1)  
US5727018 (A1)  
EP0700611 (B1)

Report a data error here

Abstract not available for DE4318368  
Abstract of corresponding document: **US5727018**  
PCT No. PCT/DE94/00553 Sec. 371 Date Nov. 28, 1995 Sec. 102(e) Date Nov. 28, 1995 PCT Filed May 6, 1994 PCT Pub. No. WO94/28652 PCT Pub. Date Dec. 8, 1994A process may be implemented which obtains a signal indicating a synchronization error between a pseudo-random signal sequence from a transmitter and a reference pseudo-random signal sequence from a receiver in a measuring device on the receiving end. In order to be able to detect a synchronization error as quickly and reliably as possible, successive sections (a, b, c) of a reference pseudo-random signal sequence ( $g'(n)$ ) are each cross-correlated separately with the received pseudo-random signal sequence ( $g(n)$ ), yielding partial cross-correlation functions ( $KKFa(n)$ ,  $KKFb(n)$  and  $KKFc(n)$ ). The partial cross-correlation functions are added up to obtain a sum cross-correlation function ( $KKFs(n)$ ). The sum cross-correlation function ( $KKFs(n)$ ) is analyzed to detect the proper chronological occurrence of at least three maximums ( $ma$ ,  $mb$  and  $mc$ ). If the maximums ( $ma$ ,  $mb$  and  $mc$ ) do not occur at the proper times, a signal (synch) indicating a synchronization error is generated.





①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 43 18 368 C 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H 04 L 1/24  
H 04 L 1/20

⑳1 Aktenzeichen: P 43 18 368.9-31  
㉔2 Anmeldetag: 28. 5. 93  
㉔3 Offenlegungstag: —  
㉔5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14. 7. 94

DE 43 18 368 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔3 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

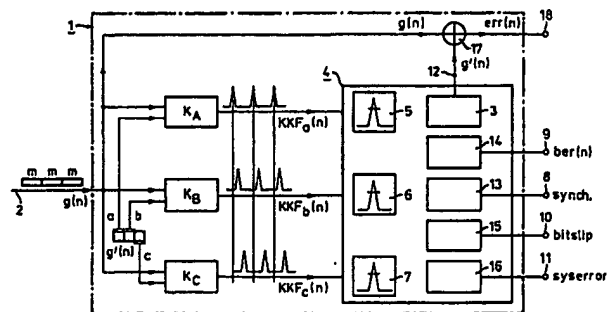
㉔2 Erfinder:  
Arweiler, Hans Werner, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE;  
Wolf, Andreas, Dr.-Ing.habil., 1000 Berlin, DE

㉔6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	41 21 480 C1
DE	23 59 716 C3
DE	40 12 850 A1
US	51 46 642
US	47 01 939
US	45 53 251
EP	4 08 936 A2

㉔4 Verfahren zum Gewinnen eines einen Ausfall der Synchronisation zwischen einer Pseudozufallssignalfolge eines Senders und einer Referenz-Pseudozufallssignalfolge eines Empfängers anzeigenden Signals

㉔7 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Gewinnen eines einen Ausfall der Synchronisation zwischen einer Pseudozufallssignalfolge eines Senders und einer Referenz-Pseudozufallssignalfolge eines Empfängers anzeigenden Signals einer empfängerseitigen Meßeinrichtung.  
Um den Ausfall der Synchronisation möglichst schnell und sicher feststellen zu können, werden aufeinanderfolgende Abschnitte (a, b, c) der Referenz-Pseudozufallssignalfolge ( $g'(n)$ ) jeweils für sich mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge ( $g(n)$ ) unter Gewinnen partieller Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_a(n)$ ,  $KKF_b(n)$  und  $KKF_c(n)$ ) kreuzkorreliert; die partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen werden unter Gewinnen einer Summen-Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_g(n)$ ) addiert, die auf das zeitgerechte Auftreten von mindestens drei Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) untersucht wird. Bei nichtzeitgerechtem Auftreten der Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) wird ein den Ausfall der Synchronisation anzeigendes Signal (synch) erzeugt.



DE 43 18 368 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Gewinnen eines einen Ausfall der Synchronisation zwischen einer Pseudozufallssignalfolge eines Senders und einer Referenz-Pseudozufallssignalfolge eines Empfängers anzeigenden Signals mittels einer empfängerseitigen Meßeinrichtung.

Bei einem bekannten Verfahren dieser Art (DE 23 59 716 C3) ist die Meßeinrichtung als Bitfehler-Meßeinrichtung ausgebildet, weil mit ihr ein bitweiser Vergleich einer über eine Meßstrecke übertragenen Pseudozufallssignalfolge mit einer empfangsseitig erzeugten Referenz-Pseudozufallssignalfolge durchgeführt wird. Aus dem bitweisen Vergleich der beiden Pseudozufallssignalfolgen wird eine Fehlersignalfolge gebildet, die in einer Schaltungsanordnung daraufhin untersucht wird, ob sie mit der Pseudozufallssignalfolge übereinstimmt. Bei Übereinstimmung wird auf einen Ausfall der Synchronisation geschlossen, wenn gleichzeitig Bitfehler am Ausgang der Bitfehler-Meßeinrichtung angezeigt werden.

Ferner ist es aus der EP 0 408 936 A2 bekannt, zum Auffinden eines Zeichenmusters in einem Datenstrom ein Verfahren zu benutzen, bei dem die im Datenstrom auftretende Bitfolge dadurch mit einem gesuchten Bitmuster verglichen wird, daß bei Übereinstimmung der Bits in beiden Mustern eine entsprechende Kennung in einem Schieberegister solange von Stufe zu Stufe weitergegeben wird, solange eine ununterbrochene Übereinstimmung der ankommenden Bits mit den entsprechenden Bits des gesuchten Bitmusters vorliegt. Die Weitergabe der sog. Kennung im Schieberegister wird dann unterbrochen, wenn bei einem einzelnen Bit die Übereinstimmung nicht gegeben ist. Tritt an der letzten oder einer anderen vorgegebenen Stufe des Schieberegisters die Kennung auf, so ist dies ein Zeichen dafür, daß eine Übereinstimmung zwischen den Bits im Datenstrom mit denen im gesuchten Bitmuster gegeben ist. Andernfalls wird dies als Ausfall der Synchronisation gewertet.

Das eingangs beschriebene, bekannte Verfahren ist zwar insofern vorteilhaft, als es mit Sicherheit ein Unterscheiden sog. Bündelfehler vom Ausfall der Synchronisation zwischen Sender und Empfänger ermöglicht und auch im Vergleich zu älteren bekannten Verfahren relativ schnell arbeitet, jedoch bedarf das bekannte Verfahren in zeitlicher Hinsicht immer noch mindestens der Auswertung einer Länge der Pseudozufallssignalfolge, um den Ausfall der Synchronisation festzustellen, wodurch eine Wiederherstellung des Synchronzustandes nur mit einem gewissen Zeitaufwand möglich ist. Diese ganze Zeit geht der Überwachungszeit für die Qualität einer digitalen Signalübertragungsstrecke verloren und reduziert die Qualität der Meßergebnisse.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren so zu verbessern, daß ein Ausfall der Synchronisation zwischen einer Pseudozufallssignalfolge eines Senders und einer Referenz-Pseudozufallssignalfolge eines Empfängers noch schneller erfaßt werden kann, so daß auch der Synchronzustand verhältnismäßig rasch wieder hergestellt werden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden bei einem Verfahren der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäß aufeinanderfolgende Abschnitte der Referenz-Pseudozufallssignalfolge jeweils für sich nacheinander mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge unter Gewinnen partieller Kreuzkorrelationsfunktionen kreuzkorreliert

und die partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen unter Erzeugen einer Summen-Kreuzkorrelationsfunktion addiert; die Maxima der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion werden erfaßt und auf ihr zeitliches Auftreten überwacht, und beim nicht zeitgerechten Auftreten mindestens dreier Maxima in der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion wird das den Ausfall der Synchronisation anzeigende Signal erzeugt.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß ein Ausfall der Synchronisation verhältnismäßig schnell erfaßt werden kann, so daß dann anschließend die aus der oben erwähnten Druckschrift an sich bekannten Maßnahmen zur Synchronisierung zwischen Sender und Empfänger eingeleitet werden können. Dabei ist die Zeit zum Ermitteln des Auftretens eines Synchronisationsausfalls bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch bestimmt, wieviele partielle Kreuzkorrelationsfunktionen zur Bildung der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion herangezogen werden. Je mehr partielle Kreuzkorrelationsfunktionen erzeugt werden, umso schneller ist der Ausfall der Synchronisation feststellbar. Dabei ist das erfindungsgemäße Verfahren in keiner Weise mehr abhängig davon, wie lang die jeweilige Pseudozufallssignalfolge selbst ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können die Abschnitte der Referenz-Pseudozufallssignalfolge in ihrer Länge relativ frei bemessen sein, also auch unterschiedliche Längen aufweisen, weil dies bei der Auswertung ohne weiteres entsprechend berücksichtigt werden kann. Als besonders vorteilhaft wird es zur Erzielung einer möglichst einfachen Durchführbarkeit des erfindungsgemäßen Verfahrens allerdings angesehen, wenn aufeinanderfolgende Abschnitte jeweils etwa derselben Länge der Referenz-Pseudozufallssignalfolge mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge kreuzkorreliert werden.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es mit vergleichsweise geringem Zusatzaufwand auch möglich, die Bitfehler in der empfangenen Pseudozufallssignalfolge zu ermitteln, indem die Höhe der Maxima ausgewertet wird und ein den Bitfehler angegebendes Signal erzeugt wird. Für sich ist diese Verfahrensausführung bekannt; es wird dazu auf die DE 40 12 850 A1 verwiesen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht in einer vorteilhaften Ausgestaltung das sichere Erkennen eines auf der zu überwachenden digitalen Übertragungsstrecke aufgetretenen Bitflip, der als ein Phasensprung der Pseudozufallssignalfolge verstanden werden kann, wenn die Maxima der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion hinsichtlich ihres zeitlichen Auftretens auf eine Verschiebung eines Maximums um eine vorgegebene Zeitspanne überwacht werden und beim Feststellen der vorgegebenen Zeitspanne ein einen Bitflip kennzeichnendes Meldesignal erzeugt wird.

Zuverlässige Meßergebnisse lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nur dann erzielen, wenn es selbst frei von Systemfehlern arbeitet. Um diesbezüglich eine Überwachung vorzunehmen, werden die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion hinsichtlich der Reihenfolge des Auftretens der Maxima entsprechend den aufeinanderfolgenden Abschnitten der Referenz-Pseudozufallssignalfolge überwacht wird, und es wird beim Feststellen einer Störung der Reihenfolge ein einen Systemfehler bezeichnendes Alarmsignal erzeugt.

Zur Erläuterung der Erfindung ist in Fig. 1 in Form eines nur die prinzipielle Wirkungsweise veranschaulichenden Blockschaltbildes eine Anord-

nung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, in

Fig. 2 ein Verlauf einer partiellen Kreuzkorrelationsfunktion, in

Fig. 3 das zeitliche Auftreten von Maxima in einer aus den partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen gebildeten Summen-Kreuzkorrelationsfunktion und in

Fig. 4A und 4B eine Ausführung der Meßeinrichtung der Anordnung nach Fig. 1 dargestellt.

Gemäß der Fig. 1 ist ein Empfänger 1 am Ende einer digitalen Übertragungsstrecke 2 angeschlossen; der am nicht dargestellten Anfang der Übertragungsstrecke 2 angeordnete Sender kann beispielsweise so ausgeführt sein, wie es in der obenerwähnten DE 23 59 716 C3 beschrieben ist. Über die digitale Übertragungsstrecke 2 wird zum Zwecke der Überprüfung der Übertragungseigenschaften eine Pseudozufallssignalfolge  $g(n)$  übertragen, die vorzugsweise aus  $m$ -Sequenzen besteht. Eine entsprechende Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  wird in einem Generator 3 in einer Meßeinrichtung 4 des Empfängers 1 empfangsseitig erzeugt, bei dem es sich ebenfalls um ein rückgekoppeltes Schieberegister handeln kann. Jede Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  des Generators 3 ist im dargestellten Ausführungsbeispiel drei Korrelatoren  $K_A$ ,  $K_B$  und  $K_C$  eingangsseitig so zugeführt, daß ein Eingang des Korrelators  $K_A$  mit einem ersten Abschnitt  $a$  der Folge  $g'(n)$ , ein Eingang des Korrelators  $K_B$  mit dem nachfolgenden Abschnitt  $b$  und der Korrelator  $K_C$  mit dem sich anschließenden Abschnitt  $c$  derselben Folge  $g'(n)$  beaufschlagt wird; außerdem ist weiteren Eingängen der Korrelatoren  $K_A$  bis  $K_C$  eingangsseitig die Pseudozufallssignalfolge  $g(n)$  zugeführt.

Wie in der Fig. 1 schematisch dargestellt, ist bei dem gezeigten Beispiel jede Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  in Abschnitte gleicher Länge unterteilt; dies muß aber nicht zwangsweise so sein. In den Korrelatoren  $K_A$  bis  $K_C$  erfolgt somit eine partielle Kreuzkorrelation, so daß sich am Ausgang der Korrelatoren  $K_A$  bis  $K_C$  partielle Kreuzkorrelationsfunktionen  $KKF_a(n)$ ,  $KKF_b(n)$  und  $KKF_c(n)$  bilden. Diese partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen werden nach einer Schwellwertuntersuchung mittels der Schwellwertdetektoren 5, 6 und 7 addiert, so daß zur weiteren Auswertung eine Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  zur Verfügung steht, wie sie im oberen Diagramm  $a$  der Fig. 3 dargestellt ist. In diesem Diagramm bezeichnen  $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$  die Maxima, die bei der Kreuzkorrelation mit den entsprechenden Abschnitten  $a$ ,  $b$  und  $c$  jeder Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  gebildet werden. Ein Nichtauftreten von Signalen am Ausgang 8 wird als Ausfall der Synchronisation interpretiert. Wie anhand der Fig. 2, 3, 4A und 4B, insbesondere der Fig. 4A und 4B, unten noch eingehend erläutert wird, ergibt sich bei der Auswertung am Ausgang 9 der Meßeinrichtung 4 ein Signal  $ber(n)$ , das die Anzahl der Bitfehler angibt, am Ausgang 10 ein einen aufgetretenen Bitflip kennzeichnendes Signal  $bitslip$  und am Ausgang 11 ein einen Systemfehler kennzeichnendes Signal  $syserror$ ; an einem weiteren Ausgang 12 entsteht das (zwangssynchronisierte) Signal  $g'(n)$ .

Die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  wird (im Block 13 der Meßeinrichtung 4) untersucht, ob ihre Maxima  $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$  in den erwarteten zeitlichen Abständen auftreten (bei einer Bildung der partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen mit gleichlangen Abschnitten  $a$ ,  $b$  und  $c$  der Referenzpseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  in äquidistanten Abständen!). Ist dies der Fall,

dann treten am Ausgang 8 des Blockes 13 Signale auf, die eine bestehende Synchronisation kennzeichnen.

Ferner wird — wie oben bereits kurz angedeutet wurde — in der Meßeinrichtung 4 eine Auswertung im Block 15 dahingehend vorgenommen, ob als Fehler auf der digitalen Übertragungsstrecke ein Bitflip aufgetreten ist, der als Phasensprung der empfangenen Pseudozufallssignalfolge aufgefaßt werden kann. Das Diagramm  $b$  der Fig. 3 zeigt die Auswirkung eines solchen Fehlers auf die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$ ; das Maximum  $m_{a1}$  ist aufgrund eines Bitflip um eine Zeitspanne  $s$  früher als erwartet aufgetreten. Dies wird zum Erkennen des Bitflip ausgenutzt und dementsprechend ein Signal am Ausgang 10 erzeugt.

Ferner wird in einem Block 16 in der Meßeinrichtung 4 eine Prüfung daraufhin vorgenommen, ob das Verfahren der partiellen Kreuzkorrelation sich selbst im fehlerfreien Zustand befindet. Dazu wird überprüft, ob die Maxima der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  in der vorgegebenen Reihenfolge aufeinanderfolgen. Ist dies nicht der Fall, dann liegt ein Fehler im System vor, der durch ein Signal  $syserror$  am Ausgang 11 signalisiert wird.

Aus Fig. 1 ist ferner ersichtlich, daß die im Generator 3 erzeugte Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  in einem Logik-Glied 17 mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge  $g(n)$  verknüpft wird, um an einem Ausgang 18 eine Bitfehlerfunktion  $err(n)$  zu gewinnen, wie sie beispielsweise in der DE 41 21 480 C1 beschrieben ist.

In Fig. 2 ist der Zeitverlauf einer partiellen Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_{10}(n)$  über der Größe  $n$  in dem Falle wiedergegeben, in dem 10 Abschnitte der Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  als  $2^n$ - $m$ -Sequenz jeweils für sich mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge kreuzkorreliert werden. Daraus ist erkennbar, daß das erste Maximum bereits bei  $n = 60$  auftritt; entsprechend früh treten die Maxima der anderen Abschnitte auf, so daß schnell festgestellt werden kann, ob ein Ausfall der Synchronisation stattgefunden hat oder nicht.

In Fig. 2 ist auch die Höhe des Schwellwertes bei etwa 65 eingetragen, weil durch diesen Schwellwert eine Unterscheidung zwischen tatsächlichen Maxima der partiellen Kreuzkorrelationsfunktion und den Nebenmaxima dieser Funktion getroffen werden muß.

Die Fig. 4A der beiden ein Ausführungsbeispiel der Meßeinrichtung 4 gemäß Fig. 1 wiedergebenden Fig. 4A und 4B läßt zunächst erkennen, daß die partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen  $KKF_a(n)$ ,  $KKF_b(n)$  und  $KKF_c(n)$  Eingängen 20, 21 und 22 von Schwellwertdetektoren 23, 24 und 25 zugeführt werden, die den Detektoren 5 bis 7 nach Fig. 1 entsprechen. Jedem der Schwellwertdetektoren 23 bis 25 ist ein Schwellwertgeber 26, 27 und 28 zugeordnet, so daß jede der partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen ggf. individuell hinsichtlich eines vorgebbaren Schwellwertes A, B oder C überwacht werden kann.

Ermitteln die Schwellwertdetektoren 23 bis 25 Maxima in den partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen  $KKF_a(n)$ ,  $KKF_b(n)$  und  $KKF_c(n)$ , die oberhalb der vorgegebenen Schwellwerte A bis C liegen, dann treten an den Ausgängen der Schwellwertdetektoren 23 bis 25 partielle Kreuzkorrelationsfunktionen  $KKF'_a(n)$ ,  $KKF'_b(n)$  und  $KKF'_c(n)$  auf, die nur noch das festgestellte Maximum beinhalten. Diese partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen werden in einem Summierer 29 addiert, so daß an dessen Ausgang 30 eine Summen-Kreuzkor-

relationsfunktion  $KKF_s(n)$  auftritt. Diese Summen-Kreuzkorrelationsfunktion enthält demzufolge die Maxima der verschiedenen partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen in der Reihenfolge, in der sie zeitlich auftreten sind.

Die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  wird als Steuersignal einem Schaltglied 31 zugeführt, das mit einem Eingang 32 an einen Zähler 33 angeschlossen ist, der ständig läuft. Dieser Zähler 33 ist mit dem Taktsignal 34 des Gesamtsystems beaufschlagt. An einen Ausgang 35 des Schaltgliedes 31 ist ein Datenregister 36 angeschlossen. Ein weiterer Ausgang 37 des Schaltgliedes 31 ist mit einem weiteren Datenregister 38 verbunden. Die Ausgänge der Datenregister 36 und 38 sind mit einem Differenzbildner 39 verbunden, dessen Ausgang 40 mit einem Eingang 41 eines Komparators 42 verbunden ist. Ein Steuereingang 43 des Komparators 42 ist unmittelbar mit dem Ausgang 30 des Summierers 29 verbunden. Dem Komparator 42 ist ein Speicher 44 zugeordnet, aus dem in später noch zu erläuternder Weise Vergleichswerte in den Komparator 42 geladen werden. An einem Ausgang 45 ist dann das Signal "synch" mit dem Wert "0" abgreifbar, wenn Synchronismus gegeben ist. Bei einem Signal "synch" mit dem Wert "1" ist ein Ausfall der Synchronisation eingetreten. Ein weiterer (negierender) Ausgang 46 des Komparators ist über ein UND-Glied 47 mit einem weiteren Ausgang 48 verbunden; am Ausgang 48 wird ein Meldesignal "bitflip" angezeigt, das beim Auftreten eines Bitflip den Wert "0" aufweist. Dazu ist das UND-Glied 47 auch mit dem Alarmsignal "syserror" beaufschlagt, das einen Fehler im System anzeigt.

Der Fig. 4A ist ferner zu entnehmen, daß den Schwellwertdetektoren 23 bis 25 normierte Signale  $a'$ ,  $b'$  und  $c'$  entnommen werden, die dann den Wert "1" annehmen, wenn die Schwellwertdetektoren 23 bis 25 ansprechen. Die Signale  $a'$ ,  $b'$  und  $c'$  werden Adreß-Eingängen 49 eines Speichers 51 zugeführt, der den aus der Fig. 4A ersichtlichen Speicherinhalt an den verschiedenen Adressen aufweist. Die Speicherinhalte werden — wie dies ebenfalls die Fig. 4A zeigt — in die verschiedenen Stufen eines Schieberegisters 52 geladen, das daraufhin an seinem Ausgang 53 die Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  abgibt. Der Ausgang 53 nach der Fig. 4A ist mit dem Ausgang 12 nach Fig. 1 identisch.

Zur Ermittlung eines Systemfehlers "syserror" dient der in Fig. 4B dargestellte Schaltungsteil, der u. a. ein weiteres Schieberegister 60 enthält. Diesem Schieberegister wird über eine Anschlußleitung 61 die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  als Taktsignal zugeführt, indem diese Leitung 61 mit jeweils einem Eingang 62, 63 und 64 der einzelnen Stufen des weiteren Schieberegisters 60 verbunden ist. In dem weiteren Schieberegister 60 wird durch das Taktsignal eine "1" zur jeweils nächstliegenden Stufe durchgeschoben.

Die Ausgänge 65, 66 und 67 der einzelnen Stufen des weiteren Schieberegisters 60 sind mit Eingängen 68, 69 und 70 jeweils eines Exklusiv-Oder-Gliedes 71, 72 und 73 verbunden; an den anderen Eingängen 74, 75 und 76 der Exklusiv-Oder-Glieder 71 bis 73 liegt in jeweils normierter Form eine partielle Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF'_a(n)$ ,  $KKF'_b(n)$  oder  $KKF'_c(n)$ . Normiert bedeutet in diesem Fall, daß die partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen das Signal "1" liefern, wenn sie ein Maximum aufweisen, dagegen den Wert "0" annehmen, wenn ein solches Maximum nicht vorhanden ist. Ausgangsseitig sind die Exklusiv-Oder-Glieder 71 bis 73 mit einem

Quersummenbildner 77 verbunden, in dem die Quersumme der Ausgangssignale  $a''$ ,  $b''$  und  $c''$  der Exklusiv-Oder-Glieder 71 bis 73 gebildet wird. Die Höhe der Quersumme wird in einem nachgeordneten Baustein 78 daraufhin untersucht, ob sie den Wert 0 aufweist. Ist dies der Fall, dann liegt ein Fehler im System nicht vor, und am Ausgang 79 steht infolge Negation ein entsprechendes Signal "1" an.

Die Anordnung nach den Fig. 4A und 4B arbeitet in der Weise, daß die partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen  $KKF'_a(n)$  bis und  $KKF'_c(n)$  in den Schwellwertdetektoren 23 bis 25 darauf untersucht werden, ob sie jeweils ein ausgeprägtes Maximum aufweisen. Ist dies der Fall, dann werden entsprechend bewertete partielle Kreuzkorrelationsfunktionen  $KKF'_a(n)$  bis und  $KKF'_c(n)$  gebildet, die jeweils nur einen Maximalwert beinhalten. In dem Summierer 29 werden diese bewerteten Funktionen addiert, so daß die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  Maxima  $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$  in jeweils zeitlichen Abständen voneinander aufweist, die der jeweiligen Abschnittslänge entsprechen, die zur Bildung der partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen aus der Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  verwendet worden sind. Über den Schalter 31 werden durch die Maxima  $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$  gesteuerte Taktimpulse in das Datenregister 36 übernommen, beispielsweise durch das Maximum  $m_a$  der Schalter 31 so gesteuert, daß das Datenregister 36 beaufschlagt wird. Beim Auftreten des nächsten Maximums  $m_b$  wird das weitere Datenregister 38 mit Taktimpulsen beaufschlagt, so daß am Ausgang 40 des Differenzbildners 39 eine Größe entsteht, die der Differenz der Zählerstände der Datenregister 36 und 38 entspricht.

In dem Komparator 42 wird diese Differenz der Zählerstände mit einem vorgegebenen Wert  $AB_b$  verglichen, der bei dieser Folge von Maxima der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion  $KKF_s(n)$  von dem Speicher 44 in den Komparator 42 geladen worden ist. Entspricht die Differenz der Zählerstände dem in den Komparator 42 geladenen Wert  $AB_b$  und ergibt sich entsprechendes hinsichtlich des zeitlichen Abstandes der Maxima  $m_b$  und  $m_c$  in bezug auf die Größe  $AB_c$  des Speichers 44, dann ist eine Synchronisation zwischen der empfangenen Pseudozufallssignalfolge  $g(n)$  und der Referenz-Pseudozufallssignalfolge  $g'(n)$  gegeben und es tritt am Ausgang 45 das Signal "synch" mit dem Wert "0" auf. Andernfalls hat dieses Signal den Wert "1", woraus auf einen Ausfall der Synchronisation geschlossen wird.

Zum Ermitteln des Bitflip wird beim Auftreten eines Signals bitflip mit dem Wert "0" in nicht dargestellter Weise überprüft, ob dieses Signal kurze Zeit ansteht; daraus wird auf einen Bitflip geschlossen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Gewinnen eines einen Ausfall der Synchronisation zwischen einer Pseudozufallssignalfolge eines Senders und einer Referenz-Pseudozufallssignalfolge eines Empfängers anzeigenden Signals mittels einer empfangerseitigen Meßeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß

a) aufeinanderfolgende Abschnitte (a, b, c) der Referenz-Pseudozufallssignalfolge ( $g'(n)$ ) jeweils für sich nacheinander mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge ( $g(n)$ ) unter Gewinnen partieller Kreuzkorrelationsfunktionen ( $KKF'_a(n)$ ,  $KKF'_b(n)$  und  $KKF'_c(n)$ ) kreuzkorreliert werden,

- b) die partiellen Kreuzkorrelationsfunktionen ( $KKF_a(n)$ ,  $KKF_b(n)$  und  $KKF_c(n)$ ) unter Erzeugen einer Summen-Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_s(n)$ ) addiert werden,
- c) die Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_s(n)$ ) erfaßt und auf ihr zeitliches Auftreten überwacht werden und
- d) beim nicht zeitgerechten Auftreten mindestens dreier Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) in der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_s(n)$ ) das den Ausfall der Synchronisation anzeigende Signal (synch) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
- e) aufeinanderfolgende Abschnitte (a, b, c) jeweils etwa derselben Länge der Referenz-Pseudozufallssignalfolge ( $g'(n)$ ) mit der empfangenen Pseudozufallssignalfolge ( $g(n)$ ) kreuzkorreliert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß
- f) die Höhe der Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) ausgewertet wird und ein den Bitfehler angegendes Signal (ber(n)) erzeugt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
- g) die Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) der Summen-Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_s(n)$ ) hinsichtlich ihres zeitlichen Auftretens auf eine Verschiebung eines Maximums (z. B.  $m_b$ ) um eine vorgegebene Zeitspanne (s) überwacht werden und
- h) beim Feststellen der vorgegebenen Zeitspanne (s) ein einen Bitslip kennzeichnendes Meldesignal (bitslip) erzeugt wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
- i) die Summen-Kreuzkorrelationsfunktion ( $KKF_s(n)$ ) hinsichtlich der Reihenfolge des Auftretens der Maxima ( $m_a$ ,  $m_b$  und  $m_c$ ) entsprechend den aufeinanderfolgenden Abschnitten (a, b, c) der Referenz-Pseudozufallssignalfolge ( $g'(n)$ ) überwacht wird und
- j) beim Feststellen einer Störung der Reihenfolge ein einen Systemfehler bezeichnendes Alarmsignal (syserror) erzeugt wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

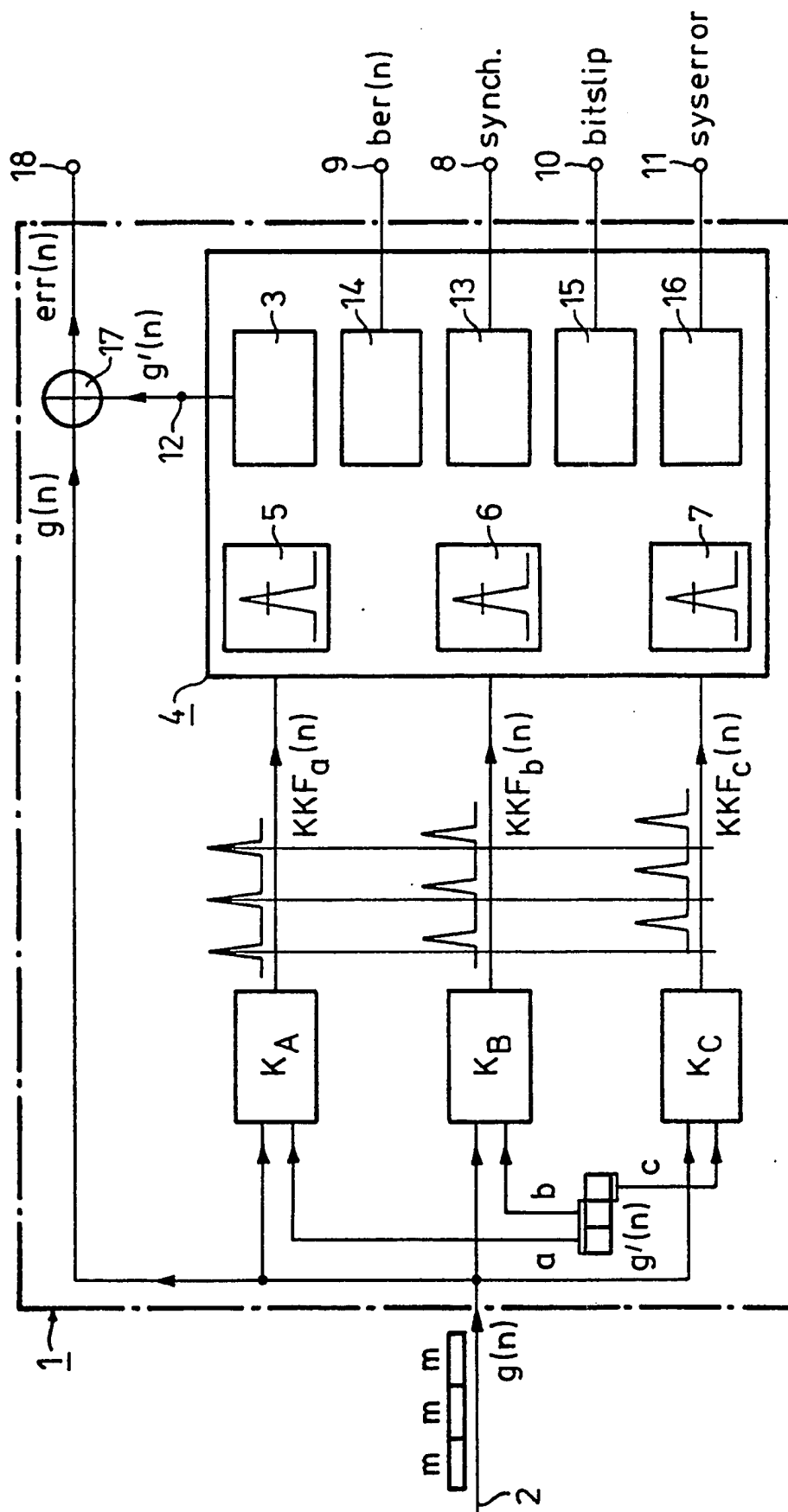
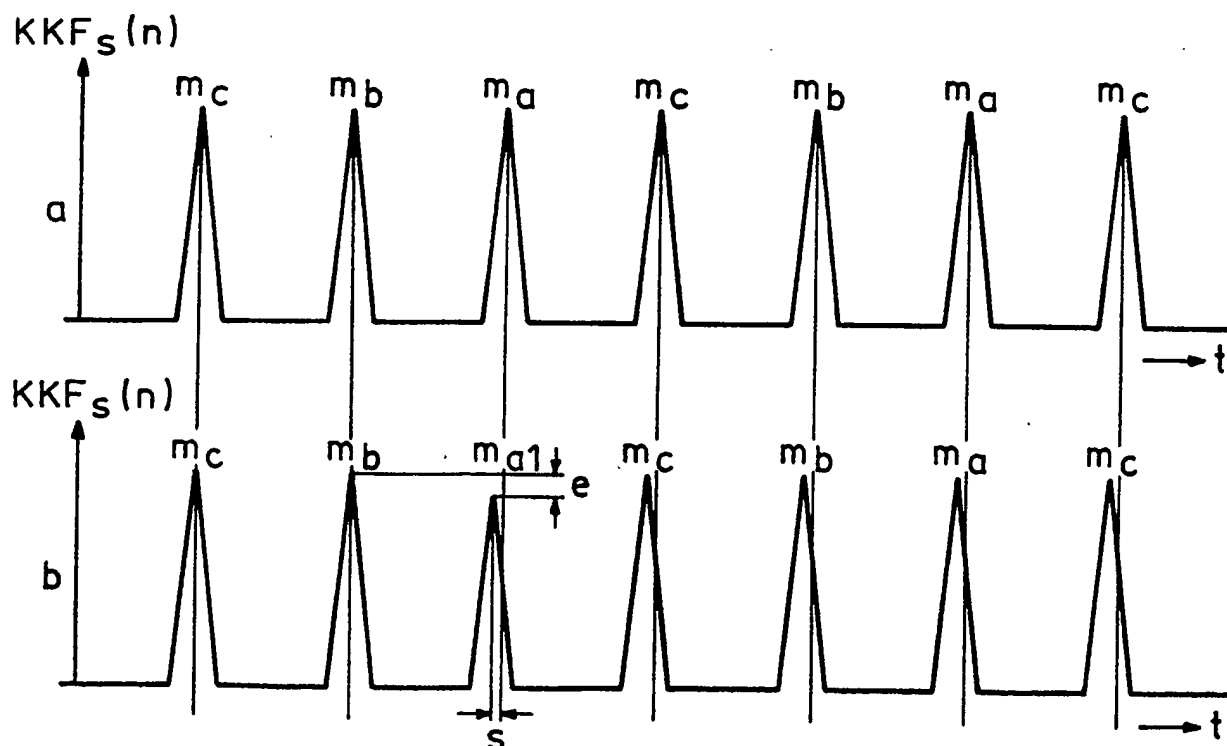
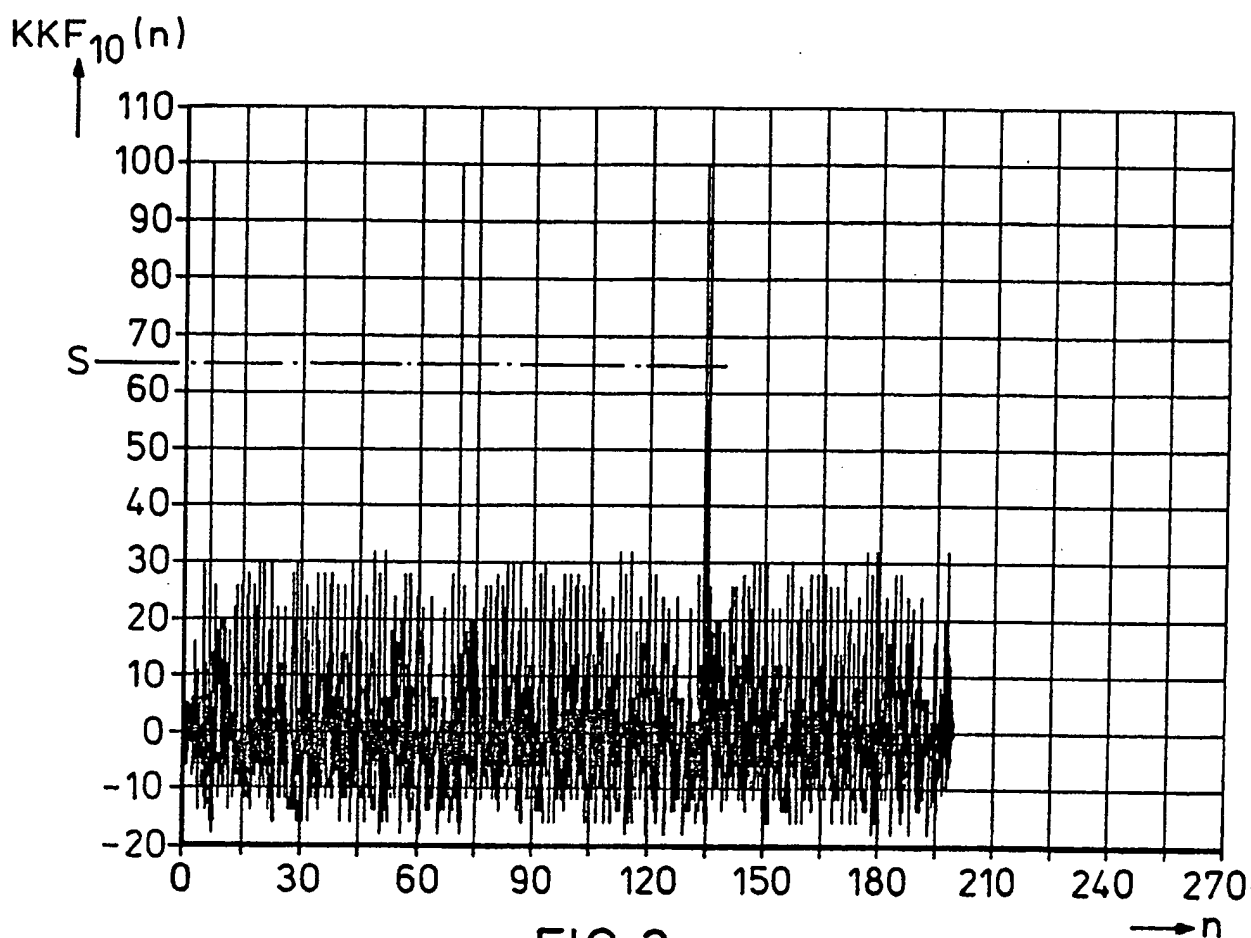


FIG 1





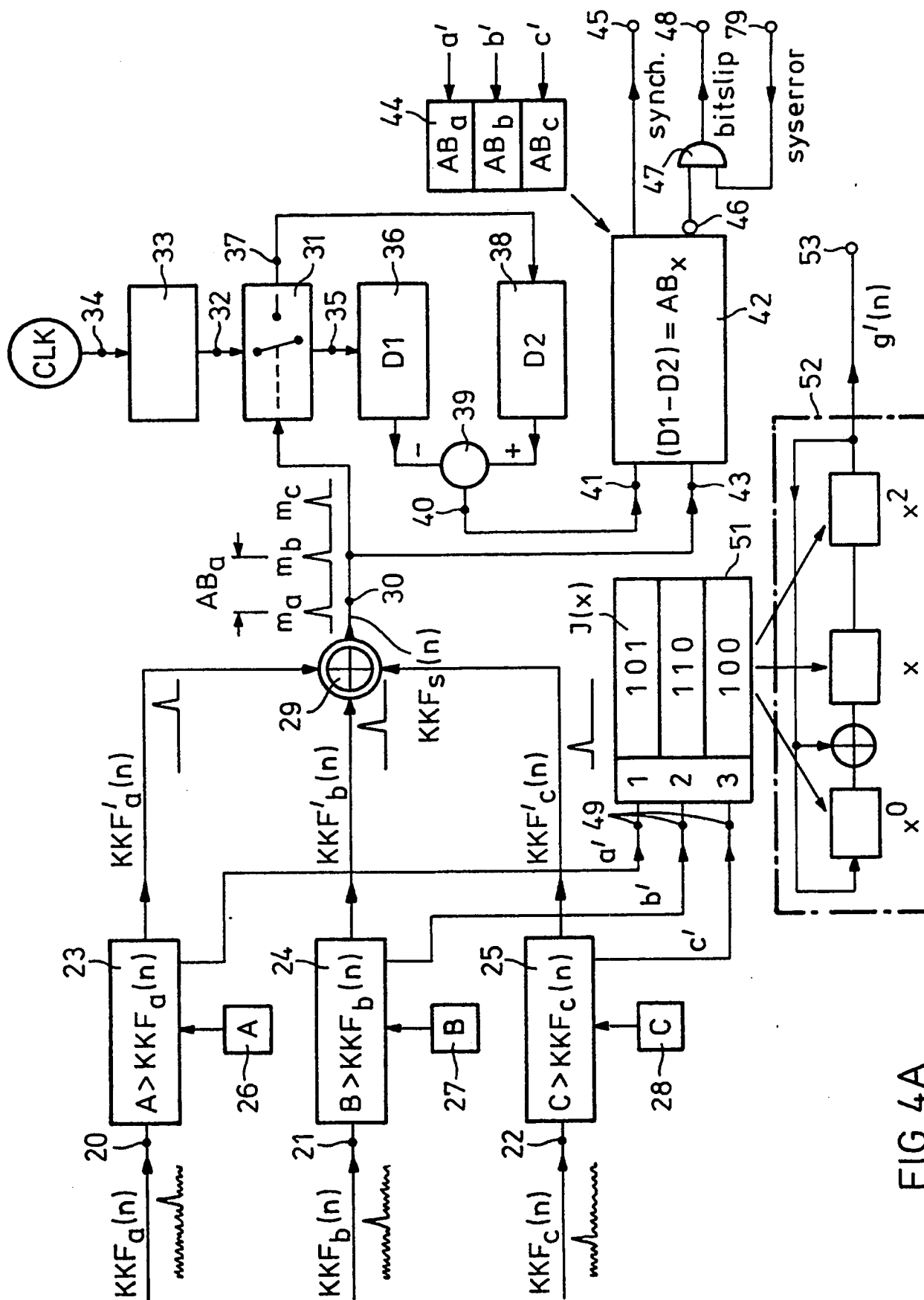


FIG 4A

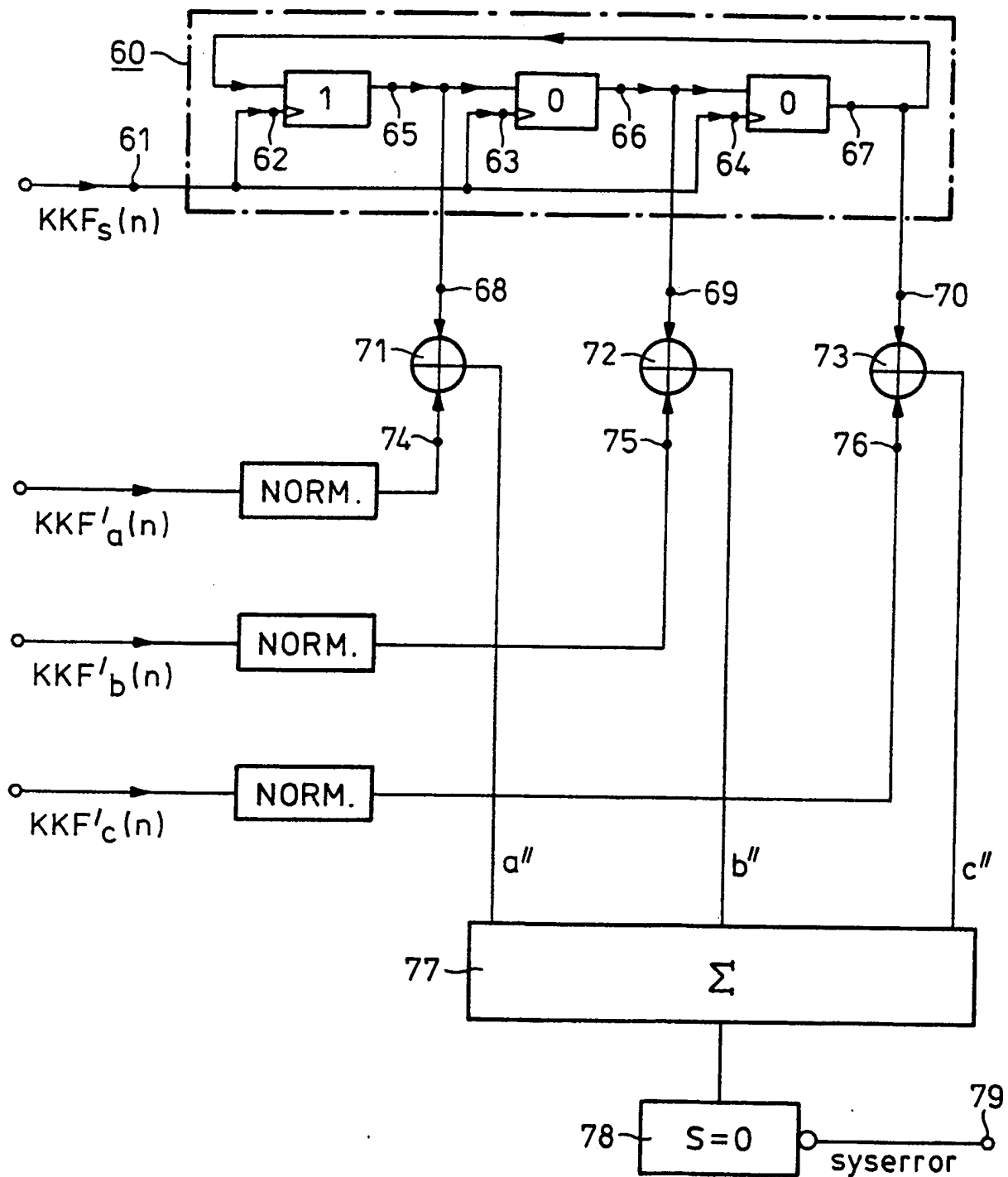


FIG 4B